

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-222332

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

G06F 13/00

H04L 12/56

(21)Application number : 11-274788

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP  
<IBM>

(22)Date of filing : 28.09.1999

(72)Inventor : BHAGWAT PRAVIN  
HAN RICHARD YEH-WHEIN  
LA MAIRE RICHARD O  
MUMMERT TODD WILLIAM  
RUBAS JAMES

(30)Priority

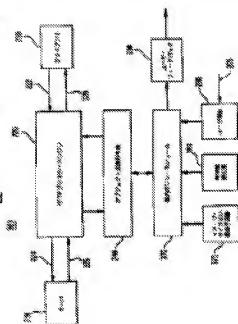
Priority number : 99 236622 Priority date : 29.01.1999 Priority country : US

## (54) METHOD AND SYSTEM FOR EXCHANGE CODED PROXY

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and device and system for dynamically adjusting an exchange coding parameter for increasing the merits of exchange coding.

**SOLUTION:** An appropriating method is designated for processing network characteristics and the variety of the size of an image to be exchange-coded. Also, the trade-off of quality and size can be adjusted for each image or client 230 by an exchange coded proxy. An appropriate exchange coder selects a different parameter for each object for improving performance. Moreover, policy decision is operated by a general frame work under the consideration of valid band width, image contents and type, and user selection. Also, feedback related with the selection of the optimal coding parameter is generated for a user.





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】通信ネットワークを介して接続される複数のクライアント装置と複数のサーバ間のブラウジングを容易にする、交換符号化プロキシのための方法であって、

前記クライアント装置の1つから、前記サーバの1つに転送されるオブジェクトに対する要求を受信するステップと、

前記オブジェクトに対する要求を前記サーバの1つに転送するステップと、

前記サーバの1つから前記オブジェクトを受信するステップと、

前記クライアント装置の1つのユーザにより指定される選択を調査するステップと、

前記オブジェクトの内容を調査するステップと、

通信ネットワーク特性を調査するステップと、

交換符号化パラメータのセットを選択するステップと、

前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップと、

前記交換符号化形式を前記クライアント装置の1つに送信するステップとを含む、方法。

【請求項2】前記ネットワーク特性が帯域幅を含む、前記ネットワーク特性を調査するステップが、前記サーバの1つと前記プロキシ間の、及び前記プロキシと前記クライアント装置の1つとの間のネットワーク帯域幅を推定するステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項3】前記ネットワーク特性が遅延を含む、前記ネットワーク特性を調査するステップが、前記サーバの1つと前記プロキシ間の遅延、及び前記プロキシと前記クライアント装置の1つとの間の遅延を推定するステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項4】前記交換符号化形式を形成するために、前記オブジェクトに対して実行される交換符号化のレベルに関するフィードバックを、ユーザに提供するステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項5】前記調査するステップが、前記オブジェクトのサイズを決定するステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項6】前記オブジェクトがイメージ・オブジェクトを形成するイメージ・タイプであり、前記方法が、前記イメージ・オブジェクトの寸法を決定するステップと、

前記イメージ・オブジェクトの圧縮率を計算するステップとを含む、請求項1記載の方法。

【請求項7】前記イメージ・オブジェクトの寸法が、正方形の領域によるイメージの領域により決定され、前記圧縮率が前記イメージ・オブジェクトのbpp比率により決定される、請求項6記載の方法。

【請求項8】前記交換符号化形式を形成するステップが、動的適応化を使用する、請求項1記載の方法。

【請求項9】前記オブジェクトを前記サーバの1つから受信するステップが完了する前に、前記交換符号化形式を形成するステップが開始される、請求項1記載の方法。

【請求項10】受信される前記オブジェクトのタイプが、J P E Gオブジェクトを形成するJ P E Gタイプである、請求項9記載の方法。

【請求項11】前記交換符号化形式を形成するステップが、J P E G-J P E Gイメージ交換符号化を実行するステップを含み、前記交換符号化形式を送信するステップが、前記オブジェクトが完了する前に、J P E G符号出力イメージ・データの少なくとも1つのM C Uの書き出しを開始する、請求項10記載の方法。

【請求項12】前記交換符号化形式を送信するステップが、前記受信オブジェクトの初期部分の処理後に、且つ前記サーバの1つから前記イメージ・オブジェクトを受信するステップが完了する前に開始される、請求項1記載の方法。

【請求項13】前記交換符号化形式を送信するステップが、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップが完了する前に開始される、請求項1記載の方法。

【請求項14】サーバから入手可能なオブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記サーバから受信されるオブジェクトの交換符号化形式を形成するプロキシのための方法であって、

前記クライアントのために前記オブジェクトを交換符号化するためのパラメータを、動的に適応化するステップと、

前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップと、

前記交換符号化形式を前記クライアントに送信するステップとを含む、方法。

【請求項15】前記パラメータを適応化するステップが、前記オブジェクトの少なくとも1つの特性を決定するステップを含む、請求項14記載の方法。

【請求項16】前記特性の1つが、前記オブジェクトのサイズ及びタイプに関する情報を提供するオブジェクト・ヘッダである、請求項15記載の方法。

【請求項17】前記オブジェクトのサイズを"size\_threshold"と呼ばれるしきい値パラメータと比較するステップを含む、請求項16記載の方法。

【請求項18】前記パラメータを適応化するステップが、前記サーバと前記プロキシ間、及び前記プロキシと前記クライアント間の現ネットワーク特性を収集するステップを含む、請求項14記載の方法。

【請求項19】前記特性の1つがネットワーク帯域幅であり、前記適応化するステップが、前記サーバと前記プロキシ間、及び前記プロキシと前記クライアント間のネットワーク帯域幅を推定するステップを含む、請求項18記載の方法。

【請求項 20】 前記交換符号化形式が前記推定帯域幅に依存する。請求項 19 記載の方法。

【請求項 21】 前記適応化するステップが、ユーザの選択を取り出すステップを含む。前記交換符号化形式が前記適応性に依存する。請求項 14 記載の方法。

【請求項 22】 前記適応化するステップが、前記オブジェクトの内容を調査するステップを含む。請求項 14 記載の方法。

【請求項 23】 前記オブジェクトがイメージ・オブジェクトを形成するイメージ・タイプであり、前記イメージ・オブジェクトの内容を調査するステップが、前記イメージの寸法を決定するステップを含む。請求項 22 記載の方法。

【請求項 24】 前記適応化するステップが、前記イメージ・オブジェクトの圧縮率の決定に依存する。請求項 23 記載の方法。

【請求項 25】 前記イメージ・オブジェクトのタイプが GIF であり、前記適応化するステップが、前記圧縮率と「gif.threshold」と呼ばれる所定のポリシイ値の比較に依存する。請求項 24 記載の方法。

【請求項 26】 前記オブジェクトの前記交換符号化形式の少なくとも 1 つのパラメータを予測するステップを含む。請求項 14 記載の方法。

【請求項 27】 前記交換符号化形式が、前記オブジェクトのオリジナル形式と同一である。請求項 26 記載の方法。

【請求項 28】 前記パラメータの少なくとも 1 つが、前記交換符号化形式のサイズを含む。請求項 26 記載の方法。

【請求項 29】 前記パラメータの少なくとも 1 つが、前記オブジェクトを交換符号化するのに要される時間を含む。請求項 26 記載の方法。

【請求項 30】 オブジェクトの交換符号化形式のパラメータを予測する方法であって、前記オブジェクトが初期サイズ及び寸法を有し、前記オブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記オブジェクトがサーバから受信されるものにおいて、前記オブジェクトの b p p 比率を計算するステップと、複数の以前に交換符号化されたオブジェクトの統計のセットを収集するステップと、前記統計のセット及び前記 b p p 比率を使用し、前記パラメータを予測するステップとを含む。方法。

【請求項 31】 前記パラメータの少なくとも 1 つがサイズであり、前記統計のセットが複数の以前に交換符号化されたオブジェクトの統計のサイズを含む。請求項 30 記載の方法。

【請求項 32】 前記オブジェクトがイメージ・タイプであり、前記統計のセットがイメージ品質を含む。請求項 30 記載の方法。

【請求項 33】 前記複数の以前に交換符号化されたオブ

ジェクトが、イメージの所定のベンチマーク一試から選択される。請求項 32 記載の方法。

【請求項 34】 前記予測するステップが、現交換符号化オブジェクトの統計を用いて、前記統計のセットを動的に更新するステップを含む。請求項 31 記載の方法。

【請求項 35】 前記パラメータの少なくとも 1 つが、オブジェクトの交換符号化形式を形成する期間であり、前記統計のセットが、複数の以前に交換符号化されたオブジェクトを形成する期間を含む。請求項 30 記載の方法。

【請求項 36】 通信ネットワークを介して接続される複数のクライアント装置と複数のサーバ間のブラウジングを容易にする、交換符号化プロキシ・システムであって、

前記クライアント装置の 1 つから、前記サーバの 1 つに記憶されるオブジェクトに対する要求を受取る H T T P プロキシ・エンジンと、

交換符号化のためのパラメータのセットを用いて、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するオブジェクト

20 交換符号器と、

交換符号化のための前記パラメータのセットを決定する動的ポリシ・モジュールと、

前記オブジェクトの特性を収集するイメージ・サイズ及び

遅延予測モジュールと、

前記クライアント装置の 1 つのユーザにより指定される品質選択を収集するユーザ選択モジュールと、

有線ネットワーク帯域幅を推定する帯域幅推定モジュールとを含み、前記動的ポリシ・モジュールがユーザの満足度を改善するために、前記イメージ・サイズ及び遅延予測

30 予測モジュール、前記ユーザ選択モジュール、及び前記帯域幅推定モジュールから受信される入力を用いて、交換符号化のための前記パラメータを動的に調整し、前記交換符号化プロキシ・システムが、実行される交換符号化のレベルに関するフィードバックをユーザに提供する、システム。

【請求項 37】 前記ユーザ選択モジュールが、前記クライアント装置の 1 つの表示サイズ、解像度、及び C P U スピードなどの特性を収集するステップと、前記特性を前記動的ポリシ・モジュールに提供するステップとを含む。請求項 36 記載のシステム。

40 【請求項 38】 前記帯域幅推定モジュールが、前記サーバの 1 つと前記プロキシ間で、以前に確立されたネットワーク接続のトラースを収集するステップと、前記プロキシと前記クライアント装置の 1 つとの間で、以前に確立されたネットワーク接続のトラースを収集するステップと、

収集された前記トラースに対して統計分析を実行することにより、前記オブジェクトのダウンロード時間を推定するステップとを含む。請求項 36 記載のシステム。

【請求項 39】 前記サーバの 1 つと前記プロキシ間の帯

領域を指定するために使用される統計分析が、収集された前記トレースから決定される。以前にフェッチされたオブジェクトのダウンロード時間の中央値、平均またはモードなどの統計指標の計算にもとづき実行される。請求項3に記載のシステム。

【請求項40】前記プロキシと前記クライアント装置の1つとの間の帯域幅を測定するために使用される統計分析が、前記プロキシと当該クライアント装置間の全ての活動状態の接続の総帯域幅の計算にもとづき実行される。請求項3に記載のシステム。

【請求項41】前記クライアント装置の1つの表示装置上に、ユーザ指定選択を収集するためのスライド・バーを表示するステップを含む。請求項3に記載のシステム。

【請求項42】前記クライアント装置の1つのユーザが、スライド・バーを有するグラフィカル・ユーザ・インタフェースを使用することにより、ダウンロード時間とデータ量間のトレードオフを指定できる。請求項3に記載のシステム。

【請求項43】前記クライアント装置の1つのユーザが、スライド・バーを有するグラフィカル・ユーザ・インタフェースを使用することにより、ダウンロード時間とイメージ品質間のトレードオフを指定でき、カラーまたはグレースケールを希望の出力形式として選択するための特定のスイッチを含む。請求項41に記載のシステム。

【請求項44】前記クライアント装置の1つのユーザが、スライド・バーを有するグラフィカル・ユーザ・インタフェースを使用することにより、前記システムが自動的にデータ品質（従ってデータ・ダウンロード・サイズ）を低下し、当該クライアントへの帯域幅の動的変化を補償するように、目標応答時間を維持する要求を指定できる。請求項41に記載のシステム。

【請求項45】前記グラフィカル・ユーザ・インタフェースの前記スライド・バーが、前記交換符号化パラメータの最適な選択をユーザに示すための出力インタフェースとしても使用される。請求項41に記載のシステム。

【請求項46】交換符号化プロキシにおいて、オブジェクトの交換符号化形式の動的適応化を指示するコンピュータ読出し可能プログラム・コード手段を有するコンピュータ使用可能媒体を含む製品であって、前記コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段が、ユーザに関連付けられるオブジェクトをサーバから受信するように、コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトのパラメータを決定するように、前記コンピュータに指示する手段と、

ユーザの選択を取り出すように、前記コンピュータに指示する手段と、

帯ネットワーク特性を収集するように、前記コンピュータに指示する手段と、

交換符号化ポリシーしきい値を算出するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクト・パラメータ、前記ユーザ選択、前記ネットワーク特性、及び前記ポリシーしきい値にもとづき、ポリシー決定を実行するように、前記コンピュータに指示する手段と、

交換符号化オブジェクトを形成するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトに実行される交換符号化のレベルのフィードバックを、ユーザに提供するように、前記コンピュータに指示する手段と、

交換符号化オブジェクトをユーザに送達するように、前記コンピュータに指示する手段とを含む。製品。

【請求項47】通信ネットワークを介して接続される複数のクライアント装置と複数のサーバ間のブラウジングを容易にするように、交換符号化プロキシに指示する。コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段を有するコンピュータ使用可能媒体を含む製品であって、前記コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段が、

20 前記クライアント装置の1つから、前記サーバの1つに記憶されるオブジェクトに対する要求を受信するように、コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトに対する要求を前記サーバの1つに転送するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記サーバの1つから前記オブジェクトを受信するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記クライアント装置の1つのユーザにより指定される選択を調査するように、前記コンピュータに指示する手段と、

30 前記オブジェクトの内容を調査するように、前記コンピュータに指示する手段と、

通信ネットワーク特性を調査するように、前記コンピュータに指示する手段と、

交換符号化パラメータのセットを選択するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記交換符号化形式を前記クライアント装置の1つに送達するように、前記コンピュータに指示する手段とを含む。製品。

40 【請求項48】前記コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段が、前記交換符号化形式を形成するために、前記オブジェクトに対して実行される交換符号化のレベルに関するフィードバックをユーザに提供するように、前記コンピュータに指示する手段を含む。請求項47に記載の製品。

【請求項49】前記コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段が、

前記オブジェクトの手法を決定するように、前記コンピュータに指示する手段と、

50 前記オブジェクトの手法を決定するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトの手法を決定するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトの手法を決定するように、前記コンピュータに指示する手段と、

前記オブジェクトの圧縮率を計算するように、前記コンピュータに指示する手段とを含む、請求項47記載の製品。

【請求項50】 前記コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段が、前記オブジェクトを前記サーバの1つから受信するステップが完了する前に、前記交換符号化形式を形成するステップを開始するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、請求項47記載の方法。

【請求項51】 サーバから入手可能なオブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記サーバから受信されるオブジェクトの交換符号化形式を形成するように、プロキシに指示するコンピュータ読出し可能プログラム・コード手段を有する、コンピュータ使用可能媒体を含むコンピュータ・プログラム製品であって、前記コンピュータ・プログラム・コード手段が、前記クライアントのために前記オブジェクトを交換符号化するためのパラメータを動的に選択化するように、コンピュータに指示する手段と。

前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記交換符号化形式を前記クライアントに送信するように、前記コンピュータに指示する手段とを含む、コンピュータ・プログラム製品。

【請求項52】 前記コンピュータ・プログラム・コード手段が、前記サーバと前記プロキシ間、及び前記プロキシと前記クライアント間のネットワーク特性を収集するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、請求項51記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項53】 前記コンピュータ・プログラム・コード手段が、推定帯域幅及びユーザ選択のもとで、交換符号化のためのパラメータを選択化するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、請求項52記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項54】 オブジェクトの交換符号化形式のパラメータを予測する方法を実行する、マシンにより実行可能な命令のプログラムを実行するマシンにより読出し可能なプログラム記憶装置であって、前記オブジェクトが初期サイズ及び寸法を有し、前記オブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記オブジェクトがサーバから受信されるものにおいて、前記方法が、前記オブジェクトのb p p比率を計算するステップと、複数の以前に交換符号化されたオブジェクトの統計のセットを収集するステップと、前記統計のセット及び前記b p p比率を使用し、前記パラメータを予測するステップとを含む、プログラム記憶装置。

【請求項55】 前記予測するステップが、現交換符号化オブジェクトの統計を用いて、前記統計のセットを更新するステップを含む、請求項54記載のプログラム記憶装置。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、文書内に埋め込まれるイメージ・オブジェクトを交換するブラウザ・プロキシに関し、より一般的には、M I M Eカプセル化オブジェクト及びワールド・ワイド・ウェブを処理する任意のプロキシまたはゲートウェイ・システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 交換符号化 (transcoding) プロキシは、時にウェブ・サーバと、接続性と通信リンクを介して接続される様々なクライアント装置間の媒介として作用する。一般に、交換符号化プロキシは、2つの主要な利点を提供し、それらは、低帯域幅リンクにおけるダウンロード時間の劇的な短縮と、クライアント装置へのウェブ・データの個別の適合化である。

【0003】 モバイル装置はしばしば、低帯域幅ワイヤレス・モデム・リンクまたは中間帯域幅ワイヤレス・モデム・リンクを介して接続され、イメージなどの豊富なウェブ内容を見ることを、その非常に長いダウンロード時間の必要性により、拒否にする。更に、こうしたダウンロードのコストは、有料地域ワイヤレス・ネットワークを介すると法外に高く、交換符号化ウェブ・プロキシは、そのほとんどどのセマンティック値を維持しながら、ウェブ・データのサイズを縮小できる。多くの一般的なウェブ・イメージにおいて、6割乃至10割のダウンロード時間の短縮が、それらの了解度を生じることなく、達成される。

【0004】 第2の重要な利点は、こうした中間プロキシは時に、小型で優美に接続されるもの、現在入手可能なウェブ対応の多数のモバイル装置のために、テキスト及びイメージを個別に適合化できることである。ウェブ内容を受信、処理、記憶及び表示するこれらのモバイル装置の能力は様々である。様々なクライアント装置が存在すると、インターネット内容発行者にとって、個々の装置のために内容を個別に適合化することは困難である。結果的に、移動中のウェブ・プロキシがウェブ内容を交換符号化または変更し、それにより小型画面の装置の解像度、色深さ、及びサイズ制限に最適に適合化させたり、記憶データのサイズをそのオリジナル・サイズの一部に縮小するために使用される。

【0005】 典型的な交換符号化ウェブ・プロキシは、H T T Pプロキシ内に交換符号化モジュールを追加することにより実現される。交換符号化モジュールは、データ・オブジェクト (例えばイメージまたはH T M Lページ) を入力として受け取り、それを一連の選択パラメータに依り、低解像度オブジェクト (例えば低品質イメージまたは要約H T M Lページ) に変換する入出力システムである。これらのパラメータは交換符号化に人力され、交換符号化がオブジェクトの解像度損失及びサイズ縮小を決定する。以下の議論は主として、イメージ・オ

プロジェクトに関する。

【0006】交換符号化の利点を最大化するために、最高の品質のイメージがユーザにより指定される遅延許容内で送信されるように、品質対サイズのトレードオフを選択することが重要である。しかしながら、交換符号化パラメータの適切なセットの選択は、困難である。第1に、交換符号化されるイメージのサイズを推定することは困難である。なぜなら、交換符号化を通じて達成される圧縮率はいは、内容に依存するからである。例えば、あるJPEGファイルは最大80%圧縮され得るが、他のものは5%以下の圧縮を達成するに過ぎなかったりする。同じことが、CIF-CIF交換またはCIF-JPEG交換が適用されるときにも当てはまる。交換符号化は計算量中型のプロセスであるので、処理は高圧縮率が達成され得る場合だけ、価値がある。最も高質に圧縮された（または低品質の）イメージの場合、交換符号化は無駄である。

【0007】たとえ交換符号化された出力のサイズが予測できても、ネットワーク可変性がイメージのダウンロード時間の予測を困難にする。ユーザにより通知される品質及び待ち時間は、最終的な性能指標なので、品質対サイズのトレードオフの最適ポイントを選択するためには、ダウンロード時間の正確な推定が必要となる。インターネットなどの数値的サービス、ネットワーク上では、ネットワーク特性（帯域幅、遅延、損失率）の正確な推定値を計算するのは困難である。しばしば、相違が非常に大きくなり、品質調整を実行する上で、統計的推定値が意味の無いものになる。

【0008】ポリシー (policy) 決定を複雑なタスクにする別の問題は、ネットワーク内のボトルネックの位置である。ウェブ・サーバとプロキシ間の経路がボトルネックの場合、交換符号化は全く役に立たない。それどころか、オペレーションの複雑化と性能劣化により事態を一層悪化させる。理想的には、ウェブ・サーバからウェブ・プロキシへの経路がボトルネックの場合、ウェブ・プロキシは常に、イメージをウェブ・サーバからクライアントに転送すべきである。プロキシからクライアントへの経路がボトルネックの場合でさえも、サイズ縮小による利益が、交換符号化により生じる遅延に相対して、 equal 付けなければならない。

【0009】ネットワーク特性及びイメージ内容の推定が困難なことから、交換符号化プロキシはしばしば、非常に粗いレベルで、適応性をサポートするだけである。適応化には、通常、予め定義されたデフォルト値のセットから選択される、またはユーザにより選択される、交換符号化パラメータの変更が含まれる。両方のアプローチに關する問題は、交換符号化の完全な可能性が利用されないことである。予め定義された静的ポリシーは、ネットワーク帯域幅の変化には応答せず、ユーザ選択可能なポリシー決定は、ネットワークの状態に關する知

識の欠如により、単純化となりがちである。ネットワークとプロキシの結合状態に關するフィードバックをユーザに提供する方法は存在しない。反復改良を用いることにより、ユーザは交換符号化パラメータの最適な選択に向けて収束することができるが、こうしたプロセスは時間を要し、余りユーザフレンドリではない。

【0010】図1は、様々なリンク及び様々なクライアント装置を有する交換符号化プロキシ状況100の例を示す。図1に示されるように、ここではクライアント130乃至134のための全てのウェブ要求及び応答が、統一的なHTTP（ハイパertext転送プロトコル）プロキシ190を介して転送される状況について考える。図1の状況では、最後のリンク160乃至164を介して、プロキシからクライアントへ大きなデータ・オブジェクト、主にイメージをダウンロードすることが、クライアント130乃至134により経験される遅延の主要な原因である。

【0011】交換符号化プロキシ190はウェブ・データの大量のデータ開引きを提供し、低速広域ワイヤレス・リンクを介して、ウェブ・データのリアルタイム・ブラウジングを可能にする。こうしたワイヤレス・リンクには、リンクを共有するクライアント数に応じて、10kbit/秒以下のスループットを提供するセルラ・デジタル・パケット・データ (CDPD) 163が含まれる。終端クライアントは、複数のカラー表示装置を有する高性能PC134などであり、従って主要な問題は帯域幅の減少である。言い換え、クライアントは小型のウェブ対応のモバイル装置130乃至132であり、この場合、ウェブ・データを特定のクライアント装置のために、特にクライアントの表示装置特性のために、個別に適合化することが有利である。交換符号化プロキシ設計の異なる態様は異なる状況（すなわち、右側プロキシ・クライアント間リンク、或いはクライアントは小型のクライアント表示装置など）のために役立つが、全てが同一のプロキシ・アーキテクチャ100内で良好に処理される。

【0012】図2は、ユーザ指定遅延及び静的ポリシーに基づく、オブジェクトを交換するために使用される交換符号化プロキシ190の実施例のブロック図を示す。

交換符号化プロキシ190は、交換符号化モジュール240とHTTPプロキシ・エンジン220とを結合することにより構成される。HTTP要求222がクライアント230から生成され、プロキシ190により、ウェブ・サーバ210に転送される（224）。応答データ226（すなわちHTMLページ及びGIF及びJPEGイメージ）が交換符号化モジュール240により交換され、クライアント230に転送される（228）。一般に、多数の交換符号化パラメータが交換符号化モジュール240に對して指定され、応答データ226内に含まれるオブジェクトの所望の品質及びサイズ縮小を達成する。今日使用される

交換符号化プロキシは、静的ポリシ・セット250を使用するか、幅路265を介して特定形式のユーザ指定選択266を使用することにより、交換符号化パラメータを決定する。交換符号化パラメータの決定セットが全てのオブジェクトに適用されるとき、結果は常に有利であるとは限らない。実際、多くの場合、交換符号化は性能の劣化を生じる。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、交換符号化の利点を増加させるように、交換符号化パラメータを動的に調整する方法、装置及びシステムを提供することである。適応化の方法が、ネットワーク特性及び交換符号化されるイメージのサイズの可能性を処理するように設計される。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】1実施例では、本発明は3つの新たな要素、すなわちイメージ・サイズ予測器、ネットワーク帯域解析器、及びポリシ・モジュールを含む。交換符号化活動を開始する前に、ポリシ・モジュールがイメージ・サイズ予測器に、出力イメージのサイズを推定するように問い合わせる。帯域解析器は、サーバからプロキシへの、及びプロキシからクライアントへの、イメージ伝送時間の推定値を収集するように問い合わせる。収集された推定値をもとに、プロキシはイメージを交換符号化するかどうかを判断する。要はポリシ・モジュールが、ユーザ指定性能基準（例えば知覚された応答時間、または向上された品質）を提供する、品質対サイズのトレードオフの最適ポイントを計算する。

【0015】本発明の別の態様は、交換符号化プロキシがイメージまたは1クライアントごとに、品質対サイズのトレードオフを調整することを可能にする方法及び装置を提供する。選択交換符号器が、各オブジェクトに対して異なるパラメータを選択し、性能改善を提供する。

【0016】更に本発明の別の態様は、有効帯域幅、イメージの内容及びタイプ、及びユーザ選択を考慮して、ポリシ決定を行う専用フレームワークを提供する。プロキシの管理者は、システムから改善された性能を獲得するために、様々な最適化目標の中から選択する。1実施例では、プロキシ交換符号器のスループットがボトルネックの場合、全ユーザに対する応答時間を短縮するために、ポリシ・モジュールが賢明にCPU資源を使用するように命令される。本発明の有利な要素は、方針決定の自動化の性質であり、ユーザをプロキシのポリシ・エンジンに活動的な制御から解放する。

【0017】更に本発明の別の態様では、最適な交換符号化パラメータの選択に関するフィードバックを、ユーザに生成する方法が提供される。1実施例では、交換符号化システムが、ユーザ選択スライダ・バーの位置を動的に調整することにより、フィードバックをユーザに提

供する。ユーザ選択スライダ・バーは、入力装置及び出力装置の両方として作用する。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】図3は、本発明に従う、交換符号化プロキシ190に対する変更の実施例のブロック図300を示す。図3を図2と比較すると、図2の動的ポリシ・モジュール250が、図3では動的ポリシ・モジュール370により置換されているのが分かる。動的ポリシ・モジュール370の目的は、交換符号化をオン/オフする時期、及び使用する交換符号化ポリシ（すなわち交換符号化アルゴリズム及びそのパラメータ）を決定することである。動的ポリシ・モジュール370はまた、イメージ・サイズ及び遅延予測器375、帯域幅推定器380、及びユーザ・フィードバック・プロバイダ390とインタフェースする。図示の実施例では、ポリシ・モジュール370は次の多数の基準を使用する。

1. 内容分析フロー図（図5に示される）により決定されるデータの種類（例えばイメージのサイズ、符号化効率、HTMLページの構造的影響）
2. プロキシクライアント間リンク及びサーバ・プロキシ間リンクの帯域幅の推定値
3. クライアントの特性、特にクライアント表示装置の能力
4. データの好適なレンダリング（描画）に関するユーザ選択（図11にユーザ・スライダ・バー選択として示される）

【0019】図5、図10及び図11に示される項目について、以下で述べる。特に、図11のユーザ・スライダ・バー選択は、交換符号化プロキシと対照し、イメージ品質とダウンロード時間の間のトレードオフを動的に変更する方法を提供する。入力インタフェースとして作用することに加え、スライダ・バー（図11の1140、1150、1160）は出力インタフェースとしても作用し、動的ポリシ・モジュール370から受信されるフィードバック390を表示する。

【0020】図4は、本発明に従う交換符号化HTTPプロキシ・システム400内の、多重解像度キャッシュ410の機能例を示すブロック図である。キャッシュは、同一のデータ・オブジェクトに対する（同一のまたは異なるクライアントによる）反復データ要求に対して、短縮された応答時間を提供するために、HTTPプロキシ内で有用である。キャッシュされるデータが最新であることを保証するために、様々な方法が使用され得る。キャッシュ方式交換符号化システムの例400では、多重解像度キャッシュ410が、データのオリジナル・バージョンの他に、特定の装置タイプのために交換符号化された解像度低下バージョンなどの、他の可能な形式のデータを記憶する。

【0021】例えば、両度イメージ・データ・オブジェクトの場合について考慮するが、当業者であれば、これ



らの方法が他のデータ・タイプにも適用され得ることが理解できよう。ここではキャッシュ方式で交換符号化プロキシ・システムの状況において、様々な形式のデータを記憶、タグ付け、及び検索する方法について述べる。

【0022】図4を参照すると、クライアント230による要求に応答して、JPEGイメージがサーバ210から受渡される場合が想定される。このイメージは有損失のJPEG符号化形式から、イメージのビットマップ表現に復号される。イメージ処理に關する当業者であれば、JPEG符号化規格が、離散コサイン変換(DCT: Discrete Cosine Transform)を重み付けする係数を用いてイメージを記述し、従って各画素の実際の色を獲得するために、計算集中型の復号ステップが一般に要求されることが理解できよう。このビットマップは、オリジナルJPEGイメージよりも大きな記憶サイズを要求する。しかしながら、十分なサイズのキャッシュが提供される場合、この拡張サイズのイメージを(データ経路420を介して)記憶することが価値がある。それにより、同一イメージの交換符号化バージョンが、後に、最初の要求と異なる交換符号化パラメータにより要求されるとき、JPEG復号のための計算集中型のステップを回避することができる。第2のステップでは、交換符号化パラメータ(例えば色深さ、スケーリング・ファクタ、及びJPEG品質係数)にもとづき、JPEGイメージが再符号化される。イメージはJPEGイメージとして、または別の符号化形式で再符号化される。イメージの最後の交換符号化バージョンもまた、データ経路420を介して、多層解像度キャッシュ410に記憶される。

【0023】実施例では、追加のデータ要求が発生するとき、HTTPプロキシ220が最初に、そのキャッシュ410をチェックし、データ・オブジェクトの最新のバージョンが、要求解像度または交換符号化レベルにおいて、入手可能なかを確認する。多層解像度キャッシュ410内の各オブジェクトは、URL記述、データ・オブジェクトのタイム・スタンプ、及びオブジェクト特性を含むバージョン指定子と共に記憶される。JPEGイメージの場合、オブジェクト特性は色深さ、スケーリング・ファクタ、及びJPEG品質係数を含む。別の実施例は、JPEGイメージが復号され、そのビットマップ形式で記憶されたこと、またはJPEGイメージが変換され、GIFとして様々な特性と共に記憶されたことの指示を有する。

【0024】要求タイプ及び解像度を有するオブジェクトの最新のバージョンが入手可能な場合、そのバージョンがクライアントに返却される。これが入手可能でないけれども、オブジェクトの最新のバージョンが、そのオリジナルJPEG形式または復号ビットマップ形式で存在する場合、このバージョンが交換符号化240に、その特性の指示と共に記憶される。これにより交換符号

240はオブジェクトの所望のバージョンを生成することができ、それがクライアント230に返却され、データ経路420を介して、多層解像度キャッシュ410に記憶される。

【0025】この機構には、当業者には明らかな数つもの拡張が存在する。ある拡張では、オリジナル・データ・オブジェクトではなく、オブジェクトの既に交換符号化されたバージョンを使用し、オブジェクトの解像度低下バージョンを生成する。キャッシュ内でデータ・オブジェクトの異なる解像度バージョンを管理する方法は、R. O. LaMaire及びJ. T. Robinsonによる1998年2月13日付けの米国特許出願第102944号"Conserving Storage Space by Means of Low Resolution Objects" (出願人整理番号: Y0097308) で述べられている。

【0026】図5は、図3及び図4の動的ポリシ・モジュール370のフロー図の例を示す。図5はまた、ポリシ・モジュール370が、図3のHTTPプロキシ・エンジン220及びオブジェクト変換符号化240とインタフェースする様子を示す。後述の方法は、テキスト、イメージ、音声及びビデオを含む多くの内容タイプに当てはまる。しかしながら、以下の議論は、イメージ・データ・タイプにだけ着目する。しかしながら、当業者であれば、この概念及び動的ポリシが、他の媒体タイプにも適用可能であることが明らかであろう。

【0027】図5は、サーバ210から受渡される応答ヘッダにもとづき、HTTPプロキシ・エンジン220が最初に、オブジェクト510のサイズを決定することを示す。応答の内容タイプが"image/\*"の場合(ステップ520)、プロキシ・エンジン220は更に分析のために、オブジェクトのハンドルを動的ポリシ・モジュール370に受け渡す。ポリシ・モジュール370内では、入力オブジェクトのサイズが、"size\_threshold"と呼ばれる予め構成済みのしきい値と比較される(ステップ530)。オブジェクトが"size\_threshold"よりも小さいか、内容タイプが"image/\*"でない場合(ステップ520)、オブジェクトは交換符号化される。代わりに内容変更無しにクライアントに転送される(ステップ515)。ウェブ上で見いだされる小さなオブジェクト(ブレット(chiclet)、サムネイル(thumbnail)、ロゴ(logos)など)は一般に、既にGIF符号化により十分に圧縮されたGIFオブジェクトである。こうしたオブジェクトの交換符号化は、一般にそれ以上の圧縮を生成しない。

【0028】ここではGIFイメージを、サイズ的にまたは色深度的に削減されたGIFまたはJPEGイメージに変換する(最終形式としてのGIFまたはJPEGの選択は、イメージ特性に依存する)。更にJPEGイメージを、JPEG品質、サイズ、または色深度的に削減されたJPEGイメージに変換する。JPEG品質

は、J PEG符号化規格で使用される離散コサイン変換の係数が量子化される度合いを決定するために使用される。交換符号化パラメータを指示する。J PEG品質パラメータはまた、知覚されるイメージ品質の最もよい値子であることが明記している。このパラメータは1乃至100の範囲内で変化し、100は非常に高い品質を表す。ウェブ上で用いられるJ PEGイメージは、通常、75のJ PEG品質パラメータを有する。

【0029】大きなイメージの場合、イメージ符号化のタイプ(J PEGまたはGIF)及び符号化の効率、交換符号化の方針決定において重要なファクタである。J PEGは有損失圧縮法であるので、サイズ縮小は品質係数を低減することにより、常に可能である。しかしながら、類似の品質低下はGIFファイルには適用できない。なぜなら、GIFは無損失圧縮法であるからである。品質低下を達成するためには、GIFファイルは最初に復号され、次に品質低下されたJ PEGイメージとして、再符号化されなければならない。しかしながら、この方法は常にサイズの縮小を提供するとは限らない。GIF形式は通常、地図、ロゴ、及び図を符号化するために、より効率的であるのに対してJ PEGは自然画を符号化するために、より効率的である。GIFからJ PEGへの変換は、オリジナルGIFイメージが効率的に符号化されない場合のみ有用である。

【0030】ここでは圧縮効率の指標として、1画素当たりのビット数(bpp: bit per pixel)を定義する。bppは、イメージ領域に対するイメージ・ファイル・サイズの比率として、画素を単位として計算される。処理ステップ540で、イメージ・ヘッダを解析することにより、入力イメージのX及びY寸法、及びbpp値が計算される。入力オブジェクトが"image/jpeg"タイプの場合(ステップ550)、交換符号化が常に行われる。しかしながら、内容タイプが"image/gif"の場合(ステップ525)、「gif.threshold」よりも大きいbpp比率を生じるオブジェクトだけが交換符号化される(ステップ535)。GIFファイルはより効率的に符号化されず、「gif.threshold」よりも大きなbpp値を生成する。従って、判断ステップ535は、圧縮可能なGIFファイルを高程度で識別する上で、非常に効果的である。図5で示されていないが、当業者であれば、(進行的に符号化されるデータに対する)スケーリング及びファイル打ち切り(file truncation)などの、他の交換符号化ポリシーも十分に圧縮されたGIFに対して使用され得ることが明らかであろう。

【0031】本発明の重要な態様は、決定ステップ510乃至565が、イメージ・ヘッダが受信されると直ちに実行されることである。交換符号化しないことが決定される場合、イメージ・セグメントはそれらがサーバから受信されると直ちに、蓄積転送経路を越えてことなく転送される。同時に、交換符号化が実行される場合、イメ

ージがバッファリングされ、続いて交換符号化されるか(蓄積転送交換符号化)、各セグメントがオンザフライ式に交換符号化される(ストリーム式交換符号化)。

【0032】圧縮可能なイメージを識別後、次のステップは、選択イメージが交換符号化されるべき程度を決定する。ポリリ関数565は、3つの異なるソース(イメージ・サイズ予測器375、帯域幅推定器380、ユーザ選択セレクトラ260)から入力を受取り、続いて図8に示されるステップに従い、交換符号化パラメータを選択する役目をする。選択されたパラメータは、オブジェクト交換符号器240により実行される圧縮の程度及びタイプを決定する。例えば、スケーリング・パラメータは、あるイメージがどのくらいダウンサンプリングされるかを決定する。量子化パラメータは、イメージが画素領域内または画素数領域内で、どのように量子化されるかを制御する。カラー・マップ・イメージ内の色の数が低減されるか、24ビット・カラー・イメージが8ビット・グレースケールまたはモノクロ表現に交換され得る。交換符号化のプロセスはステップ570で実行され、交換符号器の出力がクライアント230に転送される。

【0033】ポリリ関数565の重要な態様は、交換符号化方針を決定する分析フレームワークである。分析フレームワークは、有効帯域幅、イメージのタイプ及びサイズ、ユーザ選択などのファクタを考慮し、交換符号化方針を決定するための目標品質率を提供する。例えば、ここではユーザにとっての応答時間の最小化を目標と見なすが、当業者であれば、同一のフレームワークを使用することにより、他の最適化基準も適用され得ることが理解できよう。ここではいつ交換符号化するのが有利か、またどの程度まで交換符号化が適用されるべきかを決定する方法について述べる。ここで述べられる実施例は、交換符号化パラメータの動的適応化と呼ばれる。

【0034】図6は、ウェブ要求-応答サイクル例、及び蓄積転送交換符号化プロキシ190を介して、サイズ5のオブジェクトをフェッチする応答時間を示す。ここではイメージ交換符号器として、蓄積転送イメージ交換符号器を定義し、これはイメージに対して交換符号化を開始する前に、入力イメージ全体を蓄積しを待機しなければならず、またイメージが出力可能になる前に、交換符号化イメージ全体を生成するのを待機しなければならぬ。図6に示されるように、サイズS(バイト)670のオリジナル・イメージ620が、有効帯域幅B(ビット/秒)のサーバ-プロキシ間接続を介して、蓄積転送プロキシにダウンロードされる。交換符号器は遅延D(S)650を導入し、サイズS(S)680の出力イメージ630を生成する。交換符号化遅延650及び出力イメージのバイト・サイズ680の両方が、入力イメージのバイト・サイズS670に依存して表さ

れる。交換符号化イメージが次に、有効帯域幅  $B_F$  を有するプロキシサーバクライアント間接続を介して、伝送される。

【0035】ボリシ値数は、交換符号化により達成される任意のサイズ範囲に対して、交換符号化の幅幅（遅延）を意味付けする必要がある。交換符号化が利点を提供するために、交換符号化により導入される遅延が、圧縮による伝送時間の短縮により相殺されなければならない。非常に低い帯域幅のプロキシサーバクライアント間アクセス・リンクでは、一般に、種々のイメージ圧縮による応答時間の短縮が、計算集中型の交換符号化に起因する応答時間の増加を過かに上回る。しかしながら、図7はプロキシサーバクライアント間リンクの帯域幅が増加すると、もはや交換符号化が有利でなくなるポイント（交換符号化しきい値710）に達することを示している。なぜなら、種々の圧縮による応答時間の短縮は、ボトルネック・リンクの帯域幅の増加とともに減少するが、交換符号化時間は一定に維持されるからである。

【0036】ここで  $R_s$  を、交換符号化がオフ状態において、サイズ  $S$  のウェブ・オブジェクトをウェブ・サーバからフェッチする応答時間とする。同様に、 $R_p$  を同一のウェブ・オブジェクトの交換符号化バージョンを、交換符号化プロキシを介してフェッチする応答時間とする。以下の議論のために、ここではキャッシングがプロキシにおいてサポートされていないものと仮定する。

【0037】交換符号化がオフ状態において、クライアントにより感知される応答時間は、次の3項の合計である。

【数1】  

$$R_o = 2RTT_p + 2RTT_s + S / \min(B_p, B_s)$$

【0038】 $RTT_p$  は、クライアントとプロキシ間のネットワーク往復待ち時間であり、同様に  $RTT_s$  はプロキシとサーバ間の待ち時間である。ウェブ・オブジェクトのフェッチは、HTTP要求/応答の値に、TCP SYN/ACK交換を要求するので  $2RTT_p + 2RTT_s$  が遅延項として寄与する。更に、ウェブ・イメージは、その最初のビットと最後のビット間の時間の広がり（等しい伝送遅延）を招く。ここで  $\min(B_p, B_s)$  は、クライアントとサーバ間のボトルネック帯域幅を示すものとする。プロキシが存在する場合、イメージの最初と最後のビットは、 $S / \min(B_p, B_s)$  だけ時間的に広がる。この広がり、サーバ・プロキシ・クライアント間遅延接続を介する、イメージの有効伝送時間に対応する。

【0039】交換符号化がオン状態の時、プロキシは基線伝送モードで動作する。 $2RTT_p + 2RTT_s$  が再度、応答時間の固定要素である。 $D_p(S)$  は、交換符号化遅延を表す追加の項である。交換符号化オブジェクトにおける結果の応答時間は、次のように表される。

【数2】 $R_i = 2RTT_p + 2RTT_s + D_p(S) + S$

$/ B_p + S_p(S) / B_p$

【0040】 $R_i < R_o$  の場合、すなわち式が成立する場合、交換符号化は応答時間を短縮する。

【数3】 $D_p(S) + S / B_p + S_p(S) / B_p < S / \min(B_p, B_s)$

【0041】明らかに、 $B_p > B_s$  の場合、 $R_i$  は常に  $R_o$  よりも大きい。他方、 $B_p < B_s$  の場合には、交換符号化は次の場合に限り有用となる。

【数4】

$D_p(S) + S / B_p < (S - S_p(S)) / B_p$

【0042】前記式は、交換符号化が応答時間を短縮する状態を正確に特徴化する。図8は、上述した分析フレームワークを用いて構成されるボリシ値数のフロー図を示す。ステップ810は、ボリシ値数の人口率ポイントを記す。ボリシ値数800は図5のステップ806で呼ばれ、オリジナル・イメージ・オブジェクト・サイズがボリシ値数への入力の一つとして選択される。変数  $S$  は入力オブジェクト・サイズに等しくセットされ、品質係数  $q$  は、可能な最善の初期イメージ品質（例えば人カイメージの品質）に初期化される。ステップ830で、ボリシ値数800は帯域幅推定器380に問い合わせを発行し、指定サーバからプロキシへのオブジェクト・サイズ  $S$  の推定ダウンロード時間、すなわち  $T_p(S)$  を導く。

ボリシ値数800はまた、プロキシからクライアントへの同一のオブジェクトの推定ダウンロード時間、すなわち  $T_s(S)$  も問い合わせる。選択された宛先への以前の接続のログにもとづき、帯域幅推定器は  $T_p(S)$  及び  $T_s(S)$  の推定値を返却する。次のステップ840で、ボリシ値数はイメージ・サイズ及び遅延予測

推定375に、交換符号化イメージ・サイズ  $S_p(S)$  の推定値を問い合わせるように問い合わせる。ボリシ値数は次にステップ850で、 $T_p(S)$  から、交換符号化イメージ・サイズのダウンロード時間推定値  $T_p(S_p(S))$  を減算することにより、推定ダウンロード時間節約を計算する。最後に、ステップ870で、2つの量（交換符号化遅延  $T_p(S) - \text{ダウンロード節約}$ ）、及び目標応答時間遅延が比較される。第1の項が第2の項よりも小さい場合、ステップ880で計算は中止され、選択された品質係数  $q$  が出力として返却される。それ以外では、 $q$  値が削減され、ループ840乃至870に再入力する。

【0043】当業者によれば、より効率的な探索技法または目的関数の変形が、本発明において提供されるボリシ値数フレームワークの範囲から逸れることなく、設計され得ることであろう。1つの拡張は、ボリシ方程式内の項を決めるように再編成することである。

【数5】応答時間遅延 ( $q$ ) =  $[S - S_p(S)] / B_p - D_p(S) - S / B_p$

【0044】上記式では、 $S_p(S)$  はまた品質係数の関数である（出力サイズが小さいほど、品質が低下す

る)。交換符号化遅延は實際上、品質係数に無関係であることが判明している。上記式内には2つの独立変数、すなわち品質係数 $q$ 及び目標応答時間遅延が存在する。上記式のフレームワーク内において、幾つかの異なるポリシーが生成される。それらは例えば、全てのユーザに対して、応答時間を最小化するポリシー、ユーザ指定の応答時間制約において、品質を最大化するポリシー、1ユーザに対してだけでなく、全体的なシステム性能を最適化するポリシーなどである。

【0045】交換符号化は計算集約型のタスクであり、プロキシだけがCPU能力を制御したので、プロキシのCPUサイクルは、全体的なユーザの満足度を最大化するタスクのセットに対して消費された。ピーク利用期間中に、あらゆるユーザが交換符号化をオンすると、全ての交換符号化要求を満足するのに十分なCPUサイクルが、使用可能でなくなり得る。パラメータ選択の責任をポリシー側数800に委任することにより、システムは自動的に最適な交換符号化パラメータを選択し、エンドユーザに対して、一貫した予測可能な応答を提供することができる。ユーザがこれらのパラメータを独立に選択する場合、交換符号化システムは最適な性能レベルで動作し得ないであろう。

【0046】次に、交換符号化遅延及びサイズ推定について考えてみよう。制御ステップ870は2つの追加の入力、すなわち、交換符号化イメージのサイズの推定値 $S$ 、(5)、及び交換符号化プロセスの間に導入される交換符号化遅延 $D$ 、(5)を要求する。これらの2つの量の正確な予測は、獲得するのが困難である。なぜなら、それらはイメージ内容、使用される符号化のタイプ、オリジナル品質係数、プロセッサスピード、及びプロキシの負荷に依存するからである。帯域幅推定値の場合同様、本発明は統計的方法を使用し、これら2つの量を推定する。

【0047】図9は、本発明に従うイメージ・サイズ予測モジュールの例のブロック図である。ブロック910に示されるように、ここではシステムを、イメージの大きなベンチマーク・セットにもとづく、 $S$ 、(q)の統計的特性により簡略化する。ブロック910に示される方法は、パラメータ $b$ 、 $p$ 及び $q$ に依存する交換符号化イメージ・サイズ分布関数を簡略化するために使用される。プロキシは新たなイメージ・オブジェクトをフェッチし、交換符号化するとき、頻繁に新たなサンプル・ポイントを分布関数に追加する(ブロック920)。ブロック920の関数は、イメージ・サイズ予測375がその振舞いを、クライアントがアクセスしているかも知れない異なるデータ・セットに適応化することを可能にする。

【0048】従って、ブロック930で述べられる方法

では、統計的方法により、遅延及び出力サイズを推定し、 $b$ 、 $p$ 比率をイメージのより正確な分類を実行するための、従って結果の交換符号化ファイル・サイズのより良い推定値を形成するための基準として使用する。この方法は特にGIFファイルに対して良く作用する。

【0049】追加の統計的方法を使用することにより、 $D$ 、(5)が統計的モデルのベンチマーク初期化及びオンライン更新にもとづき推定される。また、統計的作業から、交換符号化遅延が、(ファイル・サイズではなく)画素数の線画関数として、良く特徴化されることが判明した。

【0050】次に、帯域幅及びダウンロード時間推定について考えてみよう。制御ステップ870の前後は、イメージ・ダウンロード時間推定値の精度にも大きく依存する。図3乃至図5に示される帯域幅推定値80は、これらの時間推定値を提供する責任がある。帯域幅推定値80は、プロキシにおけるあらゆるパケット送信イベントを記録し、収集されたトレースに対して統計分析を実行し、ネットワークの状態に関連して決定を行う。ネットワーク・モニタリングの出発点であれば、ネットワーク・モニタリング機能が、幾つかの異なる方法により実現され得ることが理解できよう。1技法は、プロキシ・アプリケーションとソケット層間のシムラ(shim layer)である。別の技法は、任意のパケット・フィルタリング・ソフトウェア上の処理層である。一般に、パケット・フィルタリング・ソフトウェアより構成される技法は、帯域幅及びダウンロード時間のより正確な推定値を提供する。本発明は、帯域幅モニタ380及びポリシー決定ステップ870の両方を、同一のマシン上で実行されることを要求しないが、2つのモジュールを一括に配置することが、それらの間の通信のオーバーヘッドを最小化する。

【0051】図10は、本発明に従う帯域幅予測モジュール380の例を示す。このモジュールは2つの構成要素、すなわちトレース・モニタ1010及び統計分析器1020から成る。トレース・モニタは、クライアントとプロキシ間の全ての接続を継続的にモニタする。同一のトレース・モニタ(または別のトレース・モニタ)が、プロキシと全てのウェブ・サーバ間のトラフィックをモニタするために使用される。モニタされる各接続に対して、次の情報が記録される。

新たな接続が確立される時刻  
各ネットワーク接続の直前アドレス、出所ポート番号、及び宛先アドレス、宛先ポート番号  
各接続上で送受得られるバイト数、及び各送信イベントのそれぞれのタイムスタンプ  
接続が閉じられる時刻

【0052】統計分析器1020は、過去の全ての及び現在の全ての活動接続のデータベースを保持する。各接続に対して、統計分析器はまた、何時どのように多数の

バイトがその接続上で送信または受信されたかの履歴を保持する。この履歴にもとづき、統計分析部 1020 は将来の接続のダウンロード時間に関して予測を行うことができる。サーバからプロキシへのダウンロード時間、及びプロキシからクライアントへのダウンロード時間を予測する他の見解的方法を使用する。

【0053】サーバからプロキシへのトレースは、広域 T C P 接続間で一般的な特徴を示す。シーケンス対タイムスタンプのトレースは非線形であることが観察され、平均すなわち中央帯域幅などの線形予測の概念は、正確な予測を生成しないことが見いだされた。所与のサイズのオブジェクトのダウンロード時間を予測するために、帯域幅予測器は、選択された宛先への接続の履歴を参照し、おおよそ同一サイズを有する全てのオブジェクトに対する、ダウンロード時間の分布関数を計算する。この分布の中央値 (median) または他の適切な統計関数が、ダウンロード時間推定値として返却される。

【0054】それとは対照的に、プロキシ-クライアント間の T C P 接続は、一般に遅延ステップ 160 乃至 164 に相当する帯域幅制限リンクを有する影響により、支配される。ボトルネック・リンクが存在するので、クライアントへの全ての活動 T C P 接続の集合体は、一般にボトルネック・リンクを飽和状態にする。従って、プロキシからクライアントへのダウンロード時間予測を提供するために、帯域幅推定器はクライアントへの全ての活動接続を、単一のグループに集合させる。各接続グループに対して、帯域幅推定器は時間対バイト数をプロットし、次にデータに対して線形曲線近似を実行する。この技法は、プロキシとクライアント間の現在使用可能な帯域幅の正確な推定値を提供する。この値は時間と共に変化するが、変動はほとんどの場合制限される。例えば、帯域幅モニタは、曲線近似アルゴリズムの出力において分析することにより、クライアントが 10 Mb のイーサネット、14.4 モデム、または 28.8 モデムのいずれにより接続されるかを、容易に検出できる。予測値は正確ではないが (正確な値から 20% 乃至 30% の偏差を有する)、当業者であれば、帯域幅推定の精度が推定アルゴリズムを改良することにより、改善され得ることが理解できよう。

【0055】次に、交換符号化ユーザ・インタフェースについて考えてみよう。交換符号化ユーザ・インタフェースは、ユーザがイメージ品質とダウンロード時間の間のトレードオフを動的に変更するためのインタフェースである。これは図 2 乃至図 5 のアイテム 260 として表される。図 1 は、本発明によるユーザ選択インタフェースの 1 実施例を示す。このユーザ・インタフェースは、Java アプレットとして実装され得る直観スライド・バーとして表され、ユーザが直観的にイメージ品質を変更することを可能にする。図 1 に示されるように、(グレースケールに対して) カラーを選択するオブ

ションも提供される。更に、オートパイロットを選択するオプションも、次の 2 つの態様で使用され得る。すなわち、(1) 上述のように、プロキシがクライアント・プロキシ間及びプロキシ-サーバ間リンク帯域幅の履歴、及び現在使用可能な C P U 資源にもとづき、交換符号化を実行するか否かを自動的に決定できることを、プロキシに伝えるための指示として、或いは (2) プロキシに、ユーザが現在経験している低ダウンロード時間を試し、維持するように伝える指示として (すなわち、プロキシにおいてイメージ品質を変更することにより、帯域幅推定サブシステムにより検出される動的帯域幅変化を補償する)、または前記 (1) 及び (2) の両方としてである。ユーザが完全な実装のデータ・バージョンを要求すると、彼らはスライド・バーを (下方に) 調整し、より高品質のデータを要求することにより、改良データを容易に要求することができる。一般に、ほとんど全てのウェブ・ブラウジングが、イメージを全体のオリジナル・サイズの 6 分の 1 または 10 分の 1 に交換符号化することにより実行され、改良を要求する必要がある地帯などのオブジェクトは、実際に画面上に見られるだけであることが判明した。別の HTML 専用インタフェースは、ウィンドウズ C E ベースのプラットフォームなどの、非 Java 環境をサポートするために考案されたことも述べておく。

【0056】次に、ストリーム式イメージ交換符号化について述べる。上述の説明は一般に、番組み込交換符号化プロキシに当てはまる。以下では、ストリーム式イメージ交換符号器にとって、交換符号化に資することが有利である条件について述べる。ストリーム式イメージ交換符号器は、入力形式に符号化されたイメージ全体に対応する完全な入力ストリーム・バイトを完全に読込む前に、出力形式に符号化されたイメージ・データの抽出を開始する。イメージ交換符号器である。

【0057】図 12 は、タイミング図により、アルゴリズムの背後にある操作を示す。入力イメージは、1/B の間隔をあけたビット・ストリームとして到来する。ストリーム式イメージ交換符号器が、交換符号化のために C ビットのグループを生成し、小さな番組み込遅延 D を生じる。ビット・グループが次に C<sub>1</sub> 出力ビットのグループに交換符号化され、遅延 D<sub>1</sub> が生じる。D<sub>1</sub> < D<sub>2</sub> の場合、イメージ交換符号器は、各入力グループ C<sub>1</sub> を次の入力グループ C<sub>2</sub> が処理される必要がある以前に、その対応する出力グループ C<sub>2</sub> に変換できる。この場合、ストリーム式イメージ交換符号器の内部メモリ要求は制限される。しかしながら、D<sub>1</sub> > D<sub>2</sub> の場合、イメージ交換符号器は入力ビットを十分に遅く処理することができない。この後者の場合、遅延入力ストリームが供給されると、イメージ交換符号器の内部メモリ要求が無制限に成長する。すなわち、イメージ交換符号器の有制限内部 R A M バッファがオーバーフローする。従って、交換符号

化遅延 $D_i$ が、 $D_i < D_0$ を満足することが望まれる。明らかに、 $D_i = G_i / B_g$ である。 $D_0$ を見いだすために、 $D_0 (S)$ を $S$ ビットのイメージの予測イメージ交換符号化時間とする。 $D_0 (S)$ は実際、イメージ内容及び寸法などの他のパラメータに依存するが、ここでは選定上の簡略化のため、 $D_0 (S)$ を使用する。従って、 $D_i = D_0 (S) / (S / G_i)$ となる。 $RAM$ バッファのオーバーフローを回避するため、グループ交換符号化遅延は、 $D_0 (S) / (S / G_i) < G_i / B_g$ 、または次式を満足しなければならない。

【数6】  $D_0 (S) < S / B_g$  (条件A)

【0058】条件Aが真を維持すると仮定すると、出力交換符号化グループ $G_i$ が $D_0$ に等しい遅延により、均一に割断を分けられる。伝送チャネルは各交換符号化ビット・グループ $G_i$ を、時間 $D_i = G_i / B_g$ 内に送信することができる。ケース(1)すなわち $D_i (1) < D_0$ であること、すなわち

$$y > B_g / B_g$$

【0059】ここで、 $y$ =グループ・イメージ圧縮率 $G_i / G_0$ であり、これは平均的に、全体的なイメージ圧縮率に等価であると仮定する。要するに、ストリーム式イメージ交換符号化は、条件A及び条件Bの両方が満足される場合にだけ、交換符号化を実行すべきである。プロキシーサーバ間リンクがポトルネックの場合、すなわち $B_g < B_p$ の場合、条件Bが $y > N$ に軽減される。ここで $N$ は1未満の数である。通常、圧縮率は常に1よりも大きい。従って、条件Bは常に満足される。この場合、交換符号化が不利にならないために、条件Aだけが満足されなければならない。実際、プロキシーサーバ間リンクがポトルネックの場合、条件Bは交換符号化イメージに対して許容される拡張率、すなわち $1 / y < B_g / B_p$ の上限を提供するものと解釈される。イメージの拡張率は、例えばGIFからPalm・フォーマットへの変換などの、フォーマット変換が必要とされる時、増大せざるを得ない。前記の式は、こうしたフォーマット変換がバッファ・オーバーフローの機会を増大する場合、及びフォーマット変換がバッファ・オーバーフローを生じない場合の判断を可能にする。例えば、 $B_g = 1 \text{ bps}$ 、 $B_p = 2 \text{ bps}$ 、及び $G = 1$ ビットの場合、条件Bは、出力グループ $G_i$ が最大2ビットに拡張し得ることを示す。クライアント・プロキシ間リンクがポトルネック、すなわち $B_g > B_p$ の場合、条件Bは、交換符号化が頻発するためには、イメージ圧縮率 $y$ が、クライアント・プロキシ間帯域に対するプロキシーサーバ間帯域の比率よりも、大きくなければならないことを示す。更に、条件Aが依然満足されなければならない。

【0060】条件A及び条件Bは、バッファが決してオーバーフローを許可されてはならないとする厳格な制約である。当業者であれば、イメージが前記分析において仮定された連続ストリームではなく、有期限と仮定すれば、緩和された制約が導出され得ることが理解できよ

＊は、各出力グループ $G_i$ が、次の出力グループが伝送準備完了となる前に送信され得る。ケース(1)すなわち $D_i (1) > D_0$ では、出力伝送リンクは生成ビットを出力キューを空に維持する程、十分に速く送信することができない。ケース(1)では、交換符号化ビットの連続ストリームが供給される場合、伝送リンクの出力キューが制約無しに成長し、有期限リンク・バッファのオーバーフローを生じる。従って、交換符号化出力グループ・サイズにより引き起こされる遅延が、 $D_i (1) < D_0$ であることが望まれる。明らかに、 $D_i (1) = G_i / B_g$ である。伝送リンクの出力バッファのオーバーフローを回避するために、交換符号化出力イメージ・グループ・サイズ $G_i$ は、 $G_i / B_g < G_i / B_g$ 、または次式を満足しなければならない。

【数7】

(条件B)

う。より緩和された制約は、交換符号化のためにより長い時間を許容し、大して遅延でない計算を可能にする。

【0061】従って、本発明の1態様は、通信ネットワークを介して接続されるクライアント装置とサーバ間のブラウジングを容易にする、交換符号化プロセスのための方法を提供することである。本方法は、クライアント装置から、サーバの1つに記憶されるオブジェクトに対するHTTP獲得(GET)要求を受信するステップと、オブジェクトに対する獲得要求をサーバに転送するステップと、サーバからオブジェクトを受信するステップと、クライアント装置のユーザにより指定される選択を調査するステップと、オブジェクトの内容を調査するステップと、通信ネットワーク特性を調査するステップと、交換符号化パラメータのセットを選択するステップと、オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップと、交換符号化形式をクライアントに送信するステップとを含む。ネットワーク特性を調査するステップは、サーバとプロキシ間の、及びプロキシとクライアント間のネットワーク帯域幅を推定するステップと、サーバとプロキシ間の遅延、及びプロキシとクライアント装置間の遅延を推定するステップと、オブジェクトに対して実行される交換符号化のレベルに關し、ユーザにフィードバックを提供するステップとを含む。調査するステップは、オブジェクトのサイズを決定するステップと、オブジェクトの寸法を決定するステップと、オブジェクトの圧縮率を計算するステップとを含む。オブジェクトがイメージ・タイプの場合、イメージ・オブジェクトの寸法は、正方形の画像によるイメージの領域により決定され、圧縮率はイメージ・オブジェクトのbpp比率により決定される。本発明は、帯域転送及びストリーム式交換符号化の両方を可能にし、それにより、オブジェクトをサーバから受信するステップが完了する前に、交換符号化形式を形成することを可能にする。この方法はJ P

EG、GIF、及び他のイメージ・タイプにも通用可能である。本発明の別の態様は、オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップが完了する前に、交換符号化形式を送出することを可能にする。

【0062】他の重要な幾つかの考慮すべき点が存在する。本発明の概念の上述の例は、イメージ及びビデオなどとしては、普通である。インターネットの広範な利用は、JPEG及びMPEG圧縮イメージ・データの価値を示した。音声符号化データもまた併送され、特殊な音響効果と聞かれ、他の音声データと併送され、実領域において編集及び処理される必要がある。類似の技法が、他の音楽、商業、及び軍事アプリケーションにおいても実行される。

【0063】本発明はプロセス、製造物、装置、システム、アーキテクチャ、またはコンピュータ製品としても提供される。例えば、本発明は、コンピュータに本発明の方法を実行するように指示する、コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段を有するコンピュータ使用可能媒体を含む製造物として実装される。本発明の説明は、特定のステップの構成に関して述べられたが、本発明の態様及び概念は、他の構成にも適しており、通用可能である。例えば、ここで述べた実施例はウェブ・ブラウジングだけに限定したが、本発明は任意のブラウザに適用可能である。主な重点は動的技法に向けられたが、本発明は静的、準静的及び動的技法の組み合わせと共に使用され得る。当業者には、ここで開示された実施例の他の変更も、本発明の範囲及び範囲から逸れることなく、可能であることが明らかであろう。従って、これらの全ての變形及び変更が、本発明の範囲内に含まれるように意図される。

【0064】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0065】(1) 通信ネットワークを介して接続される複数のクライアント装置と複数のサーバ間のブラウジングを容易にする、交換符号化プロキシのための方法であって、前記クライアント装置の1つから、前記サーバの1つに記憶されるオブジェクトに対する要求を受信するステップと、前記オブジェクトに対する要求を前記サーバの1つに転送するステップと、前記サーバの1つから前記オブジェクトを受信するステップと、前記クライアント装置の1つのユーザにより指定される選択を調査するステップと、前記オブジェクトの内容を調査するステップと、通信ネットワーク特性を調査するステップと、交換符号化パラメータのセットを選択するステップと、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップと、前記交換符号化形式を前記クライアント装置の1つに送信するステップとを含む、方法。

(2) 前記ネットワーク特性が帯域幅を含む、前記ネットワーク特性を調査するステップが、前記サーバの1つと前記プロキシ間の、及び前記プロキシと前記クライ

アント装置の1つとの間のネットワーク帯域幅を測定するステップを含む、前記(1)記載の方法。

(3) 前記ネットワーク特性が遅延を含む、前記ネットワーク特性を調査するステップが、前記サーバの1つと前記プロキシ間の遅延、及び前記プロキシと前記クライアント装置の1つとの間の遅延を測定するステップを含む、前記(1)記載の方法。

(4) 前記交換符号化形式を形成するために、前記オブジェクトに対して実行される交換符号化のレベルに関するフィードバックを、ユーザに提供するステップを含む、前記(1)記載の方法。

(5) 前記調査するステップが、前記オブジェクトのサイズを決定するステップを含む、前記(1)記載の方法。

(6) 前記オブジェクトがイメージ・オブジェクトを形成するイメージ・タイプであり、前記方法が、前記イメージ・オブジェクトの寸法を決定するステップと、前記イメージ・オブジェクトの圧縮率を計算するステップとを含む、前記(1)記載の方法。

(7) 前記イメージ・オブジェクトの寸法が、正方形の画素によるイメージの領域により決定され、前記圧縮率が前記イメージ・オブジェクトのbpp比率により決定される、前記(6)記載の方法。

(8) 前記交換符号化形式を形成するステップが、動的遅延化を使用する、前記(1)記載の方法。

(9) 前記オブジェクトを前記サーバの1つから受信するステップが完了する前に、前記交換符号化形式を形成するステップが開始される、前記(1)記載の方法。

(10) 受信される前記オブジェクトのタイプが、JPEGオブジェクトを形成するJPEGタイプである、前記(9)記載の方法。

(11) 前記交換符号化形式を形成するステップが、JPEG-JPEGイメージ交換符号化を実行するステップを含む、前記交換符号化形式を送信するステップが、前記オブジェクトが完了する前に、JPEG符号化出力イメージ・データの少なくとも1つのMCRの抽出を開始する、前記(10)記載の方法。

(12) 前記交換符号化形式を送出するステップが、前記受信オブジェクトの初期部分の処理後に、且つ前記サーバの1つから前記イメージ・オブジェクトを受信するステップが完了する前に開始される、前記(1)記載の方法。

(13) 前記交換符号化形式を送出するステップが、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップが完了する前に開始される、前記(1)記載の方法。

(14) サーバから入手可能なオブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記サーバから受信されるオブジェクトの交換符号化形式を形成するプロキシのための方法であって、前記クライアントのために前記オブジェクトを交換符号化するためのパラメータを、動

的に最適化するステップと、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するステップと、前記交換符号化形式を前記クライアントに送信するステップとを含む、方法。

(15) 前記パラメータを最適化するステップが、前記オブジェクトの少なくとも1つの特性を決定するステップを含む、前記(14)記載の方法。

(16) 前記特性の1つが、前記オブジェクトのサイズ及びタイプに関する情報を提供するオブジェクト・ヘッダである、前記(15)記載の方法。

(17) 前記オブジェクトのサイズを“size\_threshold”と呼ばれるしきい値パラメータと比較するステップを含む、前記(16)記載の方法。

(18) 前記パラメータを最適化するステップが、前記サーバと前記プロキシ間、及び前記プロキシと前記クライアント間のネットワーク特性を収集するステップを含む、前記(14)記載の方法。

(19) 前記特性の1つがネットワーク帯域幅であり、前記最適化するステップが、前記サーバと前記プロキシ間、及び前記プロキシと前記クライアント間のネットワーク帯域幅を推定するステップを含む、前記(18)記載の方法。

(20) 前記交換符号化形式が前記推定帯域幅に依存する、前記(19)記載の方法。

(21) 前記最適化するステップが、ユーザの選択を取り出すステップを含み、前記交換符号化形式が前記選択に依存する、前記(14)記載の方法。

(22) 前記最適化するステップが、前記オブジェクトの内容を調査するステップを含む、前記(14)記載の方法。

(23) 前記オブジェクトがイメージ・オブジェクトを形成するイメージ・タイプであり、前記イメージ・オブジェクトの内容を調査するステップが、前記イメージの寸法を決定するステップを含む、前記(22)記載の方法。

(24) 前記最適化するステップが、前記イメージ・オブジェクトの圧縮率の決定に依存する、前記(23)記載の方法。

(25) 前記イメージ・オブジェクトのタイプがGIFであり、前記最適化するステップが、前記圧縮率と“gif\_threshold”と呼ばれる所定のボリシきい値の比較に依存する、前記(24)記載の方法。

(26) 前記オブジェクトの前記交換符号化形式の少なくとも1つのパラメータを予測するステップを含む、前記(14)記載の方法。

(27) 前記交換符号化形式が、前記オブジェクトのオリジナル形式と同一である、前記(26)記載の方法。

(28) 前記パラメータの少なくとも1つが、前記交換符号化形式のサイズを含む、前記(26)記載の方法。

(29) 前記パラメータの少なくとも1つが、前記オブジェクトを交換符号化するのに費やされる時間を含む、

前記(26)記載の方法。

(30) オブジェクトの交換符号化形式のパラメータを予測する方法であって、前記オブジェクトが初期サイズ及び寸法を有し、前記オブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記オブジェクトがサーバから受信されるものにおいて、前記オブジェクトのb p p比率を計算するステップと、複数の以前に交換符号化されたオブジェクトの統計のセットを収集するステップと、前記統計のセット及び前記b p p比率を使用し、前記パラメータを予測するステップとを含む、方法。

(31) 前記パラメータの少なくとも1つがサイズであり、前記統計のセットが複数の以前に交換符号化されたオブジェクトの統計のサイズを含む、前記(30)記載の方法。

(32) 前記オブジェクトがイメージ・タイプであり、前記統計のセットがイメージ品質を含む、前記(30)記載の方法。

(33) 前記複数の以前に交換符号化されたオブジェクトが、イメージの所定のベンチマーク形式から選択される、前記(32)記載の方法。

(34) 前記予測するステップが、前記交換符号化オブジェクトの統計を用いて、前記統計のセットを動的に更新するステップを含む、前記(31)記載の方法。

(35) 前記パラメータの少なくとも1つが、オブジェクトの交換符号化形式を形成する期間であり、前記統計のセットが、複数の以前に交換符号化されたオブジェクトを形成する期間を含む、前記(30)記載の方法。

(36) 通信ネットワークを介して接続される複数のクライアント装置と複数のサーバ間のブラウジングを容易にする、交換符号化プロキシ・システムであって、前記クライアント装置の1つから、前記サーバの1つに記憶されるオブジェクトに対する要求を受信するH T T Pプロキシ・エンジンと、交換符号化のためのパラメータのセットを用いて、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するオブジェクト交換符号器と、交換符号化のための前記パラメータのセットを決定する動的ボリシ・モジュールと、前記オブジェクトの特性を収集するイメージ・サイズ及び遅延子制御モジュールと、前記クライアント装置の1つのユーザにより指定される品質選択を収集するユーザ選択モジュールと、有効ネットワーク帯域幅を推定する帯域幅推定モジュールとを含み、前記動的ボリシ・モジュールがユーザの満足度を改善するために、前記イメージ・サイズ及び遅延子制御モジュール、前記ユーザ選択モジュール、及び前記帯域幅推定モジュールから受信される入力を用いて、交換符号化のための前記パラメータを動的に調整し、前記交換符号化プロキシ・システムが、実行される交換符号化のレベルに関するフィードバックをユーザに提供する、システム。

(37) 前記ユーザ選択モジュールが、前記クライアント装置の1つの表示サイズ、解像度、及びC P Uスピー



下などの特性を収集するステップと、前記特性を前記動的ポリシ・モジュールに提供するステップを含む、前記(36)記載のシステム。

(38) 前記帯域幅推定モジュールが、前記サーバの1つと前記プロキシ間で、以前に確立されたネットワーク接続のトレースを収集するステップと、前記プロキシと前記クライアント装置の1つとの間で、以前に確立されたネットワーク接続のトレースを収集するステップと、収集された前記トレースに対して統計分析を実行することにより、前記オブジェクトのダウンロード時間を推定するステップを含む、前記(36)記載のシステム。

(39) 前記サーバの1つと前記プロキシ間の帯域幅を推定するために使用される統計分析が、収集された前記トレースから決定される、以前にフェッチされたオブジェクトのダウンロード時間の中央値、平均またはモードなどの統計指標の計算にもとづき実行される、前記(38)記載のシステム。

(40) 前記プロキシと前記クライアント装置の1つとの間の帯域幅を推定するために使用される統計分析が、前記プロキシと当該クライアント装置間の全ての活動状態の接続の総帯域幅の計算にもとづき実行される、前記(38)記載のシステム。

(41) 前記クライアント装置の1つの表示装置上に、ユーザ指定選択を収集するためのスライド・バーを表示するステップを含む、前記(36)記載のシステム。

(42) 前記クライアント装置の1つのユーザが、スライド・バーを有するグラフィカル・ユーザ・インタフェースを使用することにより、ダウンロード時間とデータ品質間のトレードオフを指定できる、前記(36)記載のシステム。

(43) 前記クライアント装置の1つのユーザが、スライド・バーを有するグラフィカル・ユーザ・インタフェースを使用することにより、ダウンロード時間とイメージ品質間のトレードオフを指定でき、カラーまたはグレースケールを所望の出力形式として選択するための特定のスイッチを含む、前記(41)記載のシステム。

(44) 前記クライアント装置の1つのユーザが、スライド・バーを有するグラフィカル・ユーザ・インタフェースを使用することにより、前記システムが自動的にデータ品質(従ってデータ・ダウンロード・サイズ)を低下し、当該クライアントへの帯域幅の動的変化を補償するように、目標応答時間を維持する要求を指定できる、前記(41)記載のシステム。

(45) 前記グラフィカル・ユーザ・インタフェースの前記スライド・バーが、前記交換符号化パラメータの関連選択をユーザに示すための出力インタフェースとしても使用される、前記(41)記載のシステム。

(46) 交換符号化プロキシにおいて、オブジェクトの交換符号化形式の動的適応化を指示する、コンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段を有するコンピ

ュータ使用可能媒体を含む製品であって、前記コンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段が、ユーザに提供行けられるオブジェクトをサーバから受信するように、コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトのパラメータを決定するように、前記コンピュータに指示する手段と、ユーザの選択を取り出すように、前記コンピュータに指示する手段と、通信ネットワーク特性を収集するように、前記コンピュータに指示する手段と、交換符号化ポリシしきい値を算出するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクト・パラメータ、前記ユーザ選択、前記ネットワーク特性、及び前記ポリシしきい値にもとづき、ポリシ決定を実行するように、前記コンピュータに指示する手段と、交換符号化オブジェクトを形成するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトに実行される交換符号化のレベルのフィードバックを、ユーザに提供するように、前記コンピュータに指示する手段と、交換符号化オブジェクトをユーザに送信するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、製品。

(47) 通信ネットワークを介して接続される複数のクライアント装置と複数のサーバ間のブラウジングを容易にするように、交換符号化プロキシに指示する、コンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段を有するコンピュータ使用可能媒体を含む製品であって、前記コンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段が、前記クライアント装置の1つから、前記サーバの1つに記憶されるオブジェクトに対する要求を受信するように、コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトに対する要求を前記サーバの1つに転送するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記サーバの1つから前記オブジェクトを受信するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記クライアント装置の1つのユーザにより指定される選択を調査するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトの内容を調査するように、前記コンピュータに指示する手段と、通信ネットワーク特性を調査するように、前記コンピュータに指示する手段と、交換符号化パラメータのセットを選択するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記交換符号化形式を前記クライアント装置の1つに送信するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、製品。

(48) 前記コンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段が、前記交換符号化形式を形成するために、前記オブジェクトに対して実行される交換符号化のレベルに關するフィードバックをユーザに提供するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、前記(47)記載の製品。

(49) 前記コンピュータ読み出し可能プログラム・コード手段が、前記オブジェクトの寸法を決定するように、

前記コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトの圧縮率を計算するように、前記コンピュータに指示する手段とを含む、前記(47)記載の製品。

(50) 前記コンピュータ読出し可能プログラム・コード手段が、前記オブジェクトを前記サーバの1つから受信するステップが完了する前に、前記交換符号化形式を形成するステップを開始するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、前記(47)記載の方法。

(51) サーバから入手可能なオブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記サーバから受信されるオブジェクトの交換符号化形式を形成するように、ブロックに指示するコンピュータ読出し可能プログラム・コード手段を有する、コンピュータ使用可能媒体を含むコンピュータ・プログラム製品であって、前記コンピュータ・プログラム・コード手段が、前記クライアントのために前記オブジェクトを交換符号化するためのパラメータを動的に選択化するように、コンピュータに指示する手段と、前記オブジェクトの交換符号化形式を形成するように、前記コンピュータに指示する手段と、前記交換符号化形式を前記クライアントに送信するように、前記コンピュータに指示する手段とを含む、コンピュータ・プログラム製品。

(52) 前記コンピュータ・プログラム・コード手段が、前記サーバと前記ブロック間、及び前記ブロックと前記クライアント間の広域ネットワーク特性を収集するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、前記(51)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(53) 前記コンピュータ・プログラム・コード手段が、推定帯域幅及びユーザ選択にもとづき、交換符号化のためのパラメータを選択化するように、前記コンピュータに指示する手段を含む、前記(52)記載のコンピュータ・プログラム製品。

(54) オブジェクトの交換符号化形式のパラメータを予測する方法を実行する、マシンにより実行可能な命令のプログラムを実行するマシンにより読出し可能なプログラム記憶装置であって、前記オブジェクトが初期サイズ及び寸法を有し、前記オブジェクトに対するクライアントからの要求に応じて、前記オブジェクトがサーバから受信されるものにおいて、前記方法が、前記オブジェクトのb p p比率を計算するステップと、複数の以前に交換符号化されたオブジェクトの統計のセットを収集するステップと、前記統計のセット及び前記b p p比率を使用し、前記パラメータを予測するステップとを含む、プログラム記憶装置。

(55) 前記予測するステップが、前記交換符号化オブジェクトの統計を用いて、前記統計のセットを更新するステップを含む、前記(54)記載のプログラム記憶装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】様々なリンク及び様々なクライアント装置を有

する交換符号化ブロック状態を示す図である。

【図2】ユーザ設定選択及び静的ポリシーにもとづき、オブジェクトを交換符号化するために使用される交換符号化ブロックのブロック図である。

【図3】本発明に従い、イメージ・サイズ予測器、帯域幅推定器、動的ポリシー・モジュール、及びユーザ・フィードバック発生器を含むように変更された、交換符号化ブロックのブロック図である。

【図4】本発明に従い、キャッシング・モジュール及び交換符号化モジュールを有するH T T Pブロックのブロック図である。

【図5】本発明に従う交換符号化動的ポリシー・モジュールのブロック図である。

【図6】本発明に従う交換符号化ブロックを使用する、ウェブ要求-応答サイクルを示す図である。

【図7】本発明に従い交換符号化が有用である状態を示す図である。

【図8】本発明に従うポリシー関数のブロック図である。

【図9】本発明に従うイメージ・サイズ予測モジュールのブロック図である。

【図10】本発明に従う帯域幅予測モジュールのブロック図である。

【図11】本発明に従う入力/フィードバック・ユーザ・インタフェースを示す図である。

【図12】本発明に従うストリーム式交換符号化のタイミング図である。

【符号の説明】

100 交換符号化ブロック状態

130、131、132、133、134、230 クラ

160、161、162、163、164 リンク

190 交換符号化ブロック

210 ウェブ・サーバ

220 H T T Pブロック・エンジン

222 H T T P要求

226 応答データ

240 交換符号化モジュール

250 静的ポリシー・モジュール

260 ユーザ指定選択

265 経路

370 動的ポリシー・モジュール

375 帯域幅推定器

380 帯域幅推定器

390 ユーザ・フィードバック・プロバイダ

400 交換符号化H T T Pブロック・システム

410 多重画像キャッシング

420 データ経路

555、800 ポリシー関数

620 オリジナル・イメージ

630 出力イメージ

650 遠征D、(S)

\* 1010 トレース・モニタ

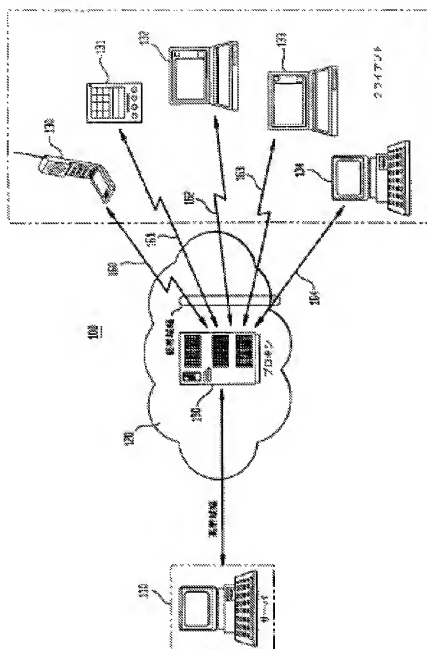
670 サイズS

1020 統計分析部

680 サイズS、(S)

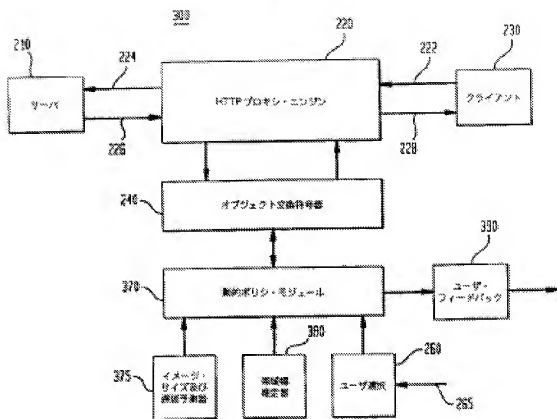
\*

【図1】

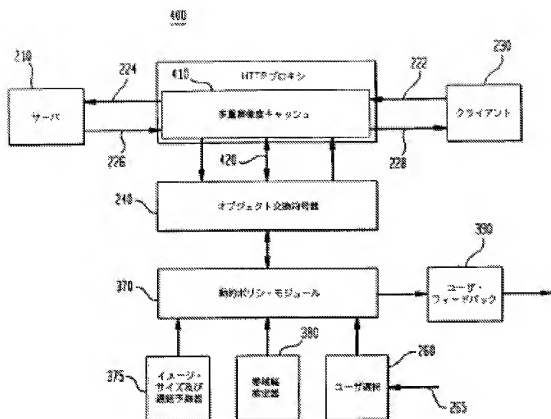




【図3】

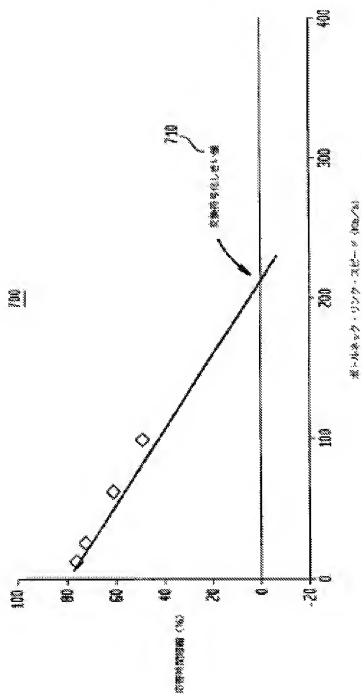


【図4】





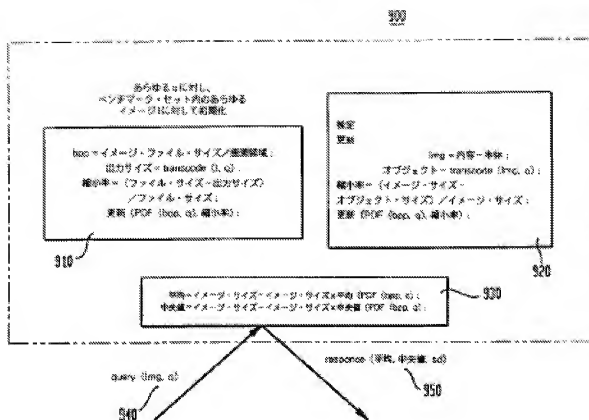
【図7】



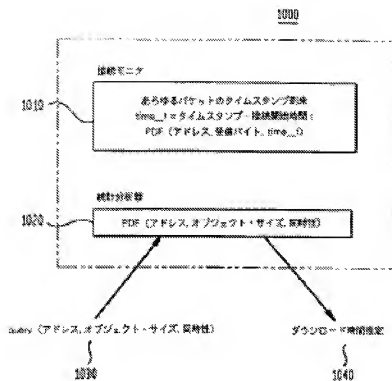




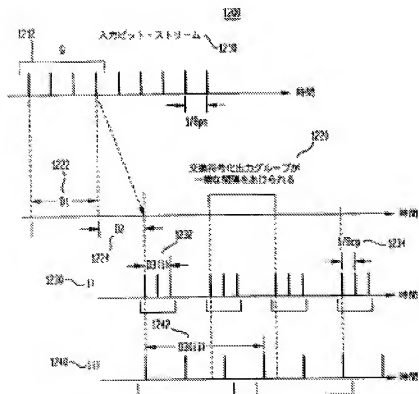
【図9】



【図10】



【図12】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ブラビン・バグワット  
アメリカ合衆国10583、ニューヨーク州ス  
カーズデール、ナンバー6 テイエヌ、そ  
ロー・アベニュー 40
- (72)発明者 リチャード・イェウ・ウェイン・ハン  
アメリカ合衆国10023、ニューヨーク州ニ  
ューヨーク、ナンバー3 エブ、セブンテ  
ィ・フィフス・ストリート、ウエスト 38

- (72)発明者 リチャード・オービル・ルメアー  
アメリカ合衆国10588、ニューヨーク州ヨ  
ークタウン・ハイツ、カリフォルニア・ロ  
ード 138
- (72)発明者 トッド・ウィリアム・ムマー  
アメリカ合衆国10541、ニューヨーク州マ  
ネハッック、ドレプス・ドライブ 18
- (72)発明者 ジェームス・ルバス  
アメリカ合衆国10588、ニューヨーク州ヨ  
ークタウン・ハイツ、ワイルドウッド・コ  
ート 791